

PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET

Patentavdelningen

REC'D 18 JAN 2005

WIPO

PCT

PCT / SE 2004 / 002002

Intyg Certificate

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.

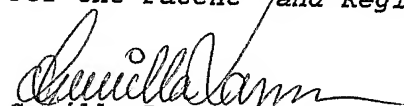
(71) Sökande ABB AB, Västerås SE
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 0303619-1
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 2003-12-31
Date of filing

Stockholm, 2004-12-29

För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office


Gunilla Larsson

Avgift
Fee

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

PATENT- OCH
REGISTRERINGSVERKET
SWEDEN

Postadress/Address
Box 5055
S-102 42 STOCKHOLM

Telefon/Phone
+46 8 782 25 00
Vx 08-782 25 00

Telex
17978
PATOREG S

Telefax
+46 8 666 02 86
08-666 02 86

9631SE - 031231/UR

1

Metod och anordning för val av och dimensionering av åtgärder vid instabilitet i ett elkraftsystem

5 Tekniskt område

Föreliggande uppfinning avser en metod för skyddande av ett elkraftsystem som befinner sig i ett instabilt tillstånd och som är på väg mot en spänningskollaps, och för val av och dimensionering av åtgärder som behöver vidtagas så att elkraftsystemet uppnår spänningsåterhämtning och återgår till ett stabilt tillstånd.

De åtgärder som kan behöva vidtagas enligt metoden är kontrollerad bortkoppling av viss belastning från elkraftsystemet eller inkoppling av ytterligare effekttillskott, till elkraftsystemet eller en kombination dessa åtgärder.

Uppfinningen avser också en anordning för genomförande av metoden enligt uppfinningen varvid anordningen innefattar elektronisk mät- och styrutrustning avsedd att användas i ett elkraftsystem.

25 Uppfinningens bakgrund och teknikens ståndpunkt

Det är tidigare känt att planera, dimensionera och konstruera ett elkraftsystem för normal såväl som störd drift genom att använda på förhand fastställda dimensioneringskriterier för olika systemstorheter, såsom driftspänning och nätfrekvens.

Elkraftsystems spänningsnivåer i olika nätpunkter eller noder utgör ett mått på elkraftsystemets tillstånd, dvs systemets

9631SE - 031231/UR

2

förmåga att fortsättningsvis tillgodose anslutna områdens belastningar med önskad effekt. Under normal drift skall driftspänningen i en nätpunkt eller nod ligga inom ett på förhand tillåtet intervall, normalt inom några procent av den angivna nominella spänningen. Exempel på vanligen förekommande nominella spänningar är 400 kV, 130 kV, och 50 kV. Ett elkraftsystems uppbyggnad, funktion, drift, automatik- och skyddsbestyckning finns för svenskt vidkommande beskrivet i vårt svenska patent SE 0101061-0, "Elektrisk kraftanläggning med medel för att dämpa effektpendlingar".

Vid störningar i elkraftsystemet, företrädesvis vid försvagning av eller sjunkande överföringskapacitet, men även vid bortfall av elproduktionsanläggningar eller bortfall av andra komponenter med spänningsreglerande funktion, och kombinationer av dessa, förändras spänningsfördelningen i elkraftsystemet på ett sådant sätt att spänningsnivån över belastningarna sjunker vilket leder till att spänningsnivån i överföringsnätet också sjunker. Motsvarande fenomen kan även uppstå vid en alltför snabb belastningsökning.

Gemensamt i båda fallen är att elkraftsystemet inte i fortvarighetstillstånd förmår att tillgodose den till nätet anslutna belastningen. Om inga åtgärder vidtas kommer elkraftsystemets olika komponentskyddsfunktioner, som är anordnade att reagera på ändringar i spänningar och/eller strömmar, att efterhand koppla bort komponenter i elkraftsystemet. Normalt är bortkoppling av transmissionsledningar det första som sker. Bortkoppling av komponenter kan ske över tiden från ett fåtal sekunder upp till timmar.

Ett typiskt scenario är att spänningarna i ett impedansmät-
område sjunker och strömmarna ökar.

9631SE-031231/UR

3

varvid skyddets känsligaste mätzon kopplar bort den aktuella ledningen. Kvarvarande ledningar, i det därmed försvagade nätet, belastas då ytterligare, varvid fler transmissionsledningar kopplas bort. Detta fortskrider tills det att det

5 kvarvarande elkraftnätet kan upprätthålla en stadigvarande eldrift och uppnå balans mellan produktion, överföringsförmåga och belastning.

Exempel på sådana händelser är de stora elavbrotten i USA/-

10 Canada, Sverige och Italien under 2003. Scenarier enligt ovan är naturligtvis önskvärda att undvika och det finns ett flertal metoder att detektera en begynnande spänningsinstabilitet i ett elkraftsystem. I sådana system mäts spänningar och reaktiva effektlöden och man har också använt anordningar

15 för att begränsa strömmen på generatorer för att detektera spänningsinstabilitet, se t.ex. Ingelsson, Karlsson, Lindström, Runvik, Sjödin; "Special Protection Scheme against Voltage Collapse in the South Part of the Swedish Grid", CIGRE Conference in Paris, 1996.

20 Även mer avancerade detektorer, med eller utan kommunikationsmöjlighet har presenterats och testats. Ett sådant exempel är den sk VIP-algoritmen (Voltage Instability Predictor) som beskrivs i Begovic, Milosevic, Novosel; "A

25 Novel Method for Voltage Instability Protection", Proceedings of the 35th Hawaii International Conference on System Sciences, 2002. Detta system jämför impedansen i en viss nätpunkt, i riktning mot belastningen, med impedansen i riktning mot produktionskällan. Relationen mellan den på

30 detta sätt uppmätta lastimpedansen och källimpedansen, kan därefter användas som ett mått för att detektera en begynnande spänningsinstabilitet.

9631SE-031231/UR

4

En vanlig, och i sammanhanget effektiv åtgärd, för att mildra eller förhindra spänningsinstabilitet, sedan en sådan detekterats, är att koppla bort delar av belastningen i

5 nätet. Genom att koppla bort en belastning motsvarande några tiotals procent av den totala belastningen i det drabbade området, kan resterande belastning ofta försörjas på nöjaktigt sätt. Genom att på detta sätt avsiktligt och kontrollerat koppla bort en del belastningsobjekt i en ansträngd driftsituation, räddas åtminstone driften av större delen av det

10 drabbade området, samtidigt som överföringsnätet hålls inkopplat och intakt. De bortkopplade belastningarna kan snabbare spänningssättas igen efter det att stabilitet åstadkommits, exempelvis genom omkopplingar i nätet och uppstartande av lokal elproduktion.

15

Genom att på förhand välja ut och bestämma vilka lastobjekt som skall kopplas bort och i vilken ordning, erhålls möjligheten att välja objekt så att skadeverkningarna i systemet

20 begränsas. En frekvensstyrd belastningsfrånkoppling för bortkoppling av belastningsobjekt vid för låg eller vid sjunkande frekvens finns redan i de flesta elkraftssystem, dvs när balansen mellan faktisk elproduktion och efterfrågad förbrukning har rubbats, t.ex. vid ett stort produktionsbortfall.

25 Även andra åtgärder än lastbortkoppling, såsom inkoppling av shuntreaktorer och shuntkondensatorer, inkoppling av nödeffekt via likströmslänkar etc kan komma i fråga.

30 Befintliga oinkopplade elkraftgenererande objekt kan inte kopplas in till överföringsnätet om nätspänningen är lägre än ett på förhand givet lägsta värde. Av detta skäl kan det bli nödvändigt att koppla bort en del av belastningen så att

9631SE - 031231/UR

5

reservkraftanläggningar därefter kan kopplas in. Dessa reservkraftanläggningar kan sedan användas för att öka den reaktiva genereringen och ytterligare höja nätspänningen och att leverera aktiv effekt och slutligen åter koppla in

5 tidigare bortkopplad belastning.

I syfte att konstruera ett selektivt skydd mot spänningsinstabilitet, baserat på användning av belastningsfrånkoppling, är det främst tre frågor som behöver besvaras med

10 hänsyn tagen till rådande driftsituation:

- 1) när skall belastningsfrånkoppling ske?
- 2) var skall belastningsfrånkopplingen ske?
- 3) hur mycket belastning skall kopplas bort?

15

Spänningsnivån är normalt ett tillräckligt bra kriterium för att bestämma var belastningsfrånkoppling skall ske.

Frånkoppling skall ske "utan onödigt dröjsmål", dvs så fort

20 som möjligt, efter det att marginal tagits för reservbortkoppling av shuntfel, dvs kortslutningar och jordslutningar. Snabbheten bör dessutom anpassas till snabbheten hos lindningskopplarregleringen på de i närheten anslutna krafttransformatorer. Tidsfördröjningen bör i

25 normalfallet vara några sekunder.

Omfattningen av belastningsfrånkopplingen är däremot svårare att bestämma. En metod är att "gaffla" eller pröva sig fram genom att koppla bort en eller några belastningar, belast-

30 ningsområden, i taget. Detta är en förhållandevis långsam metod eftersom systemsvaret på varje frånkoppling måste inväntas.

9631SE - 031231/UR

6

En annan metod är att ta i med marginal och koppla från ett större antal belastningar. Nackdelen med en sådan metod är dels att man kopplar bort onödigt stor del av belastningen, dels att man riskerar att få höga spänningar i elkraftssystemet.

Det finns idag ingen känd metod att dimensionera eller fastställa storleken på nödvändig lastbortkoppling, när behovet av en sådan åtgärd detekterats. Uppfyllda kriterier leder i regel direkt till lastbortkoppling via en förvald brytarfunktion med en lämplig tidsfördröjning, typiskt några sekunder.

I US 6,219,591 "Voltage instability predictor (VIP)- method and system for performing adaptive control to improve voltage stability in power systems" visas en metod för att detektera att kraftsystemet, eller delar därav, är på väg mot en instabilitet. Metoden anger dock endast behovet av lastbortkoppling i allmänhet, som lämplig åtgärd för hur denna hotande instabilitet skall hävas eller mildras.

Uppfinningen enligt US 6,249,719 "Applications and methods for voltage instability predictor (VIP)" är en vidareutveckling av uppfinningen i US 6,219,591, som bl a avser maskade transmissionsnät. Ingen av dessa publikationer anvisar dock något storleksmått på den mängd belastningsfränkoppling som krävs för att stabilisera systemet.

Flera patentskrifter behandlar VIP-algoritmen, som anvisar stabilitetsmått av olika slag och predikterar en annalkande spänningskollaps, men anvisar inte omfattningen av eller storleken av den lastbortkoppling som är nödvändig för att

9631SE - 031231/UR

7

Uppfinningens ändamål och viktigaste kännetecken

- 5 Ändamålet med föreliggande uppfinning är att lösa ovan nämnda problem och påvisa en metod för fastställande av omfattningen av den last som behöver kopplas bort från elkraftnätet eller den effekt som behöver tillföras elkraftnätet i syfte att uppnå spänningsåterhämtning i elkraftnätet och få systemet
- 10 att återgår till ett stabilt tillstånd.

Uppfinningen avser även en anordning för genomförande av metoden.

- 15 Metoden enligt uppfinningen åstadkommes genom
- bestämning av hur stor del av den till noden inkopplade belastningen som motsvarar överlast/effektunderskott,
 - bestämning av lämpliga åtgärder,
 - dimensionering av åtgärdernas omfattning,
- 20 - genomförande av valda åtgärder så att noden och elkraftsystemet uppnår spänningsåterhämtning och återgår till ett stabilt tillstånd, dvs att spänningen efter det att åtgärderna vidtagits, återgår till förutbestämda nivåer.
- 25 Anordningen enligt uppfinningen åstadkommes genom att en centralenhet är anordnad att detektera en instabilitet i elkraftsystemet 1 och därvid fastställa aktuell överlast/effektunderskott så att spänningen U i samlingsskenan 3, efter belastningsfrånkopplingen eller
- 30 effekttillskott, återgår till en förutbestämd nivå.

9631SE - 031231/UR

8

Kort beskrivning av bifogade ritningsfigurer

Uppfinningen beskrivs närmare nedan under hänvisning till
5 bifogade ritningar.

Figur 1 visar principiellt ett elkraftsystem.

Figur 2 visar schematiskt ett elkraftsystem innefattande en
10 transformatorstation, belastningar, kopplingsorgan och en
uppfinningsenlig enhet.

Figur 3 är ett enkelt flödesschema över den uppfinningsenliga
metoden.

15

Figur 4 visar en prioriteringstabell över olika, i elkraft-
systemet ingående, belastningar som kan kopplas från och
deras inbördes ordning.

20 **Figur 5** visar ett konkret räkneexempel över en
belastningsfränkoppling.

Beskrivning av föredragna utföringsformer av uppfinningen

25

I beskrivningen används samma beteckningar för de storheter
som förekommer i ledningar, skyddsdon och belastningar, som
för de mot dessa storheter svarande mätvärden och signaler/-
beräkningsvärden som påförs och behandlas i skyddsdonet.

30

Figur 1 visar ett enlinjeschema av ett elkraftsystem 1
innefattande en ekvivalent generator, G, som levererar
energin till elkraftsystemet och som har en, utifrån en

9631SE - 031231/UR

9

samlingsskena 3 betraktad, källimpedans Z_g . Samlingsskenan 3 fungerar som en knutpunkt i elkraftnätet och samlar och fördelar det elektriska effektflödet.

- 5 Belastningen Z är här uppdelad i en del som skall förbli oberörd, Z_L , och en del som skall kopplas bort, Z_{LS} vid spänningsinstabilitet. Både den del av belastningen Z_{LS} som skall kopplas bort och den del av belastningen Z_L som skall fortsätta vara inkopplad utgörs i normalfallet av ett flertal
10 ledningsfack med tillhörande brytare $CB_{a,b}$.

- En beräkning av spänningen U_g bakom källimpedansen Z_g och aktuell lastimpedans Z görs enligt ekvation (1) och (2) nedan, där I är strömmen in till betraktad samlingsskena 3
15 från källan G och U är aktuell spänning på betraktad samlingsskena 3;

$$U_g = U + I \cdot Z \quad (1)$$

$$Z_L (// Z_{LS}) = \frac{U}{I} \quad (2)$$

Om U_T betecknar önskad spänning, efter lastbortkoppling erhålles en ekvation (3) för spänningsdelning, enligt:

20

$$\frac{U_g}{Z_g + Z_L} = \frac{U_T}{Z_L} \quad (3)$$

9631SE-031231/UR

10

Ekvation (3) ger Z_L . Därefter kan Z_{LG} beräknas, med hjälp av ekvation (2) och därefter motsvarande värden på aktiv och reaktiv effekt, P_{LG} respektive Q_{LG} .

- 5 Så snart erforderlig mängd belastningsfrånkoppling fastställt skickas en utlösningssimpuls till den eller de kopplingsorgan C_{Ba,b}, som bäst motsvarar den beräknade erforderliga lastbortkopplingen. Här kan hänsyn även tagas till olika bortkopplingskostnader eller inbördes prioriteter
- 10 för olika typer av belastningar. Information om olika belastningars effektförbrukning kan uppskattas med olika grad av noggrannhet, från fasta värden, som t.ex. uppdateras med hänsyn till årstid, till realtidsmätningar. Därefter väljs belastningar ur en på förhand upprättad prioriteringstabell,
- 15 se figur 4, där belastningarnas prioritet och aktuella effektnivåer framgår.

- Värdet av U_G kan alternativt betraktas som känt, eller beräknas regelbundet, t.ex. var 5:e minut, varefter
- 20 beräkningen av källimpedansens Z_G förändring under ett spänningsinstabilitets-scenariö blir trivial.

- Källimpedansen Z_G beräknas utifrån förändringar i spänning och ström vid t.ex. lindningskopplarreglering eller koppling
- 25 med shuntkomponenter. Källimpedansen Z_G kan också uppskattas genom att ström och spänning mäts vid olika belastningsnivåer. Om ovanstående kontinuerliga uppdatering av källimpedansens storlek av något skäl skulle anses vara för komplext kan källimpedansen Z_G även åsättas ett bestämt värde. I
- 30 transformatorstationer från transmissionsnivå (eller subtransmissionsnivå) till mellanspänningsnivå är kännedomen om

9631SE - 031231/UR

11

tillräcklig för att uppskatta källimpedansen med en noggrannhet av $\pm 25\%$, eftersom transformatorns kortslutningseffekt i sådana fall är dominerande och det övriga nätets kortslutningseffekt har en mindre inverkan.

5

Ett annat sätt att bestämma källimpedansen Z_S är att utnyttja minusföljdsstorheter för ström och spänning, samt antagandet att källans impedans gentemot plus- resp. minusföljdström är lika. I samband med utvecklingen av VIP-algoritmen har

10 metoder tagits fram för att bestämma källimpedansen Z_S .

Den uppfinningsenliga metoden kan även användas stegvis, t ex om spänningen inte blev den förväntade/beräknade i den aktuella knutpunkten efter första bortkopplingsfasen eller om

15 impedansen i matande nät ökar och spänningen därmed sjunker i den övervakade punkten.

Enligt uppfinningen åstadkommes detta genom att bestämma den mängd av belastningen, eller den del av belastningen, som

20 skall kopplas bort utgående från uppmätt aktuell spänning, och önskad spänning, i noden efter lastbortkopplingen.

Med kännedom om uppmätt och önskad spänning, alternativt spänningsåterhämtning, samt aktuell belastning och

25 källimpedans Z_S - eller en motsvarande storhet såsom t.ex. källadmittans - kan erforderlig belastningsfrånkoppling, för att åter uppnå önskad spänning i noden, erhållas genom en normal kretsräkning.

9631SE - 031231/UR

12

Spänningsåterhämtning kan t.ex. vara skillnaden mellan spänningen före lastbortkoppling, dvs "uppmätt" spänning, och spänningen efter lastbortkoppling, dvs "önskad" spänning, men kan även anges såsom procent av uppmätt spänning.

5

Belastningsfrånkopplingen sker genom brytarfränslag eller med hjälp andra av kopplingsorgan. Det är också tänkbart att använda ett rundstyrningssystem som via en kommunikationskanal beordrar frånkoppling av vissa enskilda belastningsobjekt, t ex varmvattenberedare, luftkonditioneringsanläggningar, etc. En sådan beordring kan även ske via en "prisändring" - där vissa belastningar, via kommunikationssystemet, reagerar automatiskt på en prisändring.

15

I en föredragen utföringsform av uppfinningen används en tabell, innefattande alla kopplingsorgan som ingår i det aktuella lastbortkopplingssystemet, som kan omfatta ett större geografiskt område eller en enstaka transformatorstation. Kopplingsorganen är listade i tabellen i den ordning de skall kopplas bort från elkraftsnätet i ett läge där instabilitet har detekterats. Prioriteringsordningen baseras t.ex. på kostnaden för bortkoppling av respektive belastning.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25

9631SE - 031231/UR

13

Tabellen innehåller även information om aktuell belastnings-effekt, för respektive kopplingsorgan, dvs hur mycket effekt som kopplas bort vid fränkoppling med respektive kopplingsorgan. På så sätt går styrautomatiken igenom listan/tabellen, för att identifiera och manövrera de kopplingsorgan, tagna i
5 prioritetsordning, som återupprättar önskad spänning i noden och elkraftsnätet med minsta möjliga kostnader/olägenheter.

Tabellen uppdateras regelbundet, t ex vid behov, manuellt,
10 när det gäller prioriteringsordningen och automatiskt och i real-tid när det gäller belastningen per kopplingsorgan.

Raderna i prioriteringstabellen i figur 4 är sorterade i prioriteringsordning enligt kolumn 2. Från dimensionerings-
15 algoritmen erhålls storleken av den belastning som behöver kopplas bort. I tabellen väljs ett eller flera kopplingsorgan i prioritetsordning, tills dess att erforderlig mängd bortkopplad last uppnåtts. Inom den sist utvalda gruppen kan kopplingsorganen väljas så att de bäst motsvarar erforderlig
20 mängd last.

I figur 5 visas ett konkret numeriskt exempel. Erforderlig belastningsfränkoppling är här beräknad till 6 MW vid
 $\cos\phi=20/\sqrt{20^2+8.9^2}=0.91$. Båda kopplingsorganen med
25 prioritet 1 väljs således och kopplar bort sin last, liksom de kopplingsorgan som har prioritet 2. Som bäst motsvarar de återstående 3 MW:en Br_Johanna och Br_Patrik.

30 I ytterligare en föredragen utföringsform av uppfinningen dimensioneras, på motsvarande sätt som för belastningsbortkoppling, omfattningen av erforderligt effekttillskott, t ex via en likströmsförbindelse, för att utgående ifrån en viss

9631SE - 031231/UR

14

den aktuella noden, efter effekttillskottet, med kännedom om källimpedansen i noden.

Metoden enligt uppfinningen kan, åtminstone delvis, utföras
5 med hjälp av programkoder som körs i en processor eller i en dator och dessa programkoder kan lagras på ett datorläsbart medium som en hårddisk, diskett, CD-ROM eller annat flyttbart minne.

10 Även om uppfinningen här ovan har beskrivits i några olika utföringsformer är uppfinningen inte begränsad till dessa utan andra utföringsformer och varianter är naturligtvis tänkbara inom patentkravens skyddsomfång. Således är det
15 tänkbart att en uppfinningsenlig anordning ger larmsignal vid instabilitet i systemet, baserat på lämpligt kriterium, och att lastbortkopplingen därefter verkställs manuellt.

9631SE - 031231/UR

15

Patentkrav

1. Metod för skyddande av ett elkraftssystem som befinner sig i ett instabilt tillstånd och som är på väg mot en spännings-
- 5 kollaps, och dimensionering av de åtgärder som behöver vidtagas så att elkraftsystemet uppnår spänningsåterhämtning och återgår till ett stabilt tillstånd, innefattande minst två belastningsområden eller noder, där den önskade spänningsnivå eller det önskade spänningsintervall som
- 10 elkraftsystemet/noderna skall hålla är förutbestämd, och där mätning av aktuell spänning i minst en av elkraftsystemets noder sker regelbundet, och där en spänningsinstabilitet i minst en nod detekterats,
- kännetecknad av,**
- 15 - bestämning av hur stor del av den till noden inkopplade belastningen som motsvarar överlast/effektunderskott,
- bestämning av lämpliga åtgärder,
- dimensionering av åtgärdernas omfattning,
- genomförande av valda åtgärder så att noden och
- 20 elkraftsystemet uppnår spänningsåterhämtning och återgår till ett stabilt tillstånd, dvs att spänningen efter det att åtgärderna vidtagits, återgår till förutbestämda nivåer.
2. Metod enligt patentkrav 1,
- 25 **kännetecknad av,**
- att den delen av, den till noden inkopplade, belastningen som utgör överlast/effektunderskott bestäms utifrån den aktuella, uppmätta spänningen i noden och önskad spänning i noden efter det att åtgärder vidtagits.

30

9631SE-031231/UR

16

3. Metod enligt patentkrav 1,

kännetecknad av,

att överlasten/effektunderskottet bestäms utifrån en kretsberäkning baserad på i noden aktuell uppmätt spänning.

5

4. Metod enligt patentkrav 1,

kännetecknad av,

att överlasten/effektunderskottet bestäms utifrån en jämförelse av uppmätt aktuell spänning i noden med
10 källimpedansen sedd från noden mot den, till noden matande, ekvivalenta källan (UG).

5. Metod enligt något eller några av föregående patentkrav,

kännetecknad av,

15 att valet av åtgärder baseras på storleken av den detekterade överlasten/effektunderskottet i noden.

6. Metod enligt något eller några av föregående patentkrav,

kännetecknad av,

20 att dimensioneringen av åtgärderna baseras på storleken av den detekterade överlasten/effektunderskottet i noden.

7. Metod enligt något eller några av föregående patentkrav,

kännetecknad av,

25 att bortkoppling av en belastning motsvarande den detekterade överlasten/effektunderskottet i noden sker, så att spänningen i noden, efter belastningsfrånkopplingen, återgår till den förutbestämda/önskade nivån.

30 8. Metod enligt något eller några av föregående patentkrav,

kännetecknad av,

att effekt motsvarande den detekterade överlasten/effektunderskottet i noden, tillföres elkraftnätet, så att

9631SE - 031231/UR

17

spänningen i noden, efter belastningsfrånkopplingen, återgår till den förutbestämda/önskade nivån.

9. Metod enligt något eller några av föregående patentkrav,
5 **kännetecknad av,**
att tillskott av effekt till elkraftnätet och bortkoppling av belastning från elkraftsystemet kombineras så att dessa åtgärder tillsammans motsvarande den detekterade överlasten/-effektunderskottet i noden.

10

10. Metod enligt något eller några av föregående patentkrav,
kännetecknad av,
att vilka laster som skall kopplas bort följer en prioriteringsordning.

15

11. Metod enligt något eller några av föregående patentkrav,
kännetecknad av,
att prioriteringsordningen för vilka laster som skall kopplas bort anges i en tabell.

20

12. Metod enligt patentkrav 11,
kännetecknad av,

att tabellen innehåller uppgifter om till noden anslutna kopplingsorgan samt information om till respektive

25

kopplingorgan ansluten belastning utifrån vilka uppgifter ett erforderligt antal kopplingsorgan väljs, i prioritetsordning intill dess att erforderlig mängd belastning uppnåtts, och kopplats bort.

30

9631SE - 031231/UR

18

13. Metod enligt något eller några av föregående patentkrav,
kännetecknad av,
att tabellen uppdateras kontinuerligt.

5 14. Metod enligt något eller några av föregående patentkrav,
kännetecknad av,
att belastningsfrånkopplingen verkställs manuellt.

15. Metod enligt något eller några av föregående patentkrav,
10 **kännetecknad av,**
att belastningsfrånkopplingen verkställs automatiskt genom
att kopplingsorgan aktiveras.

16. Anordning för belastningsfrånkoppling i ett elkraftssystem
15 (1) innefattande åtminstone en generator (G), en
samlingskena (3), belastningar (Z) och brytare (CBa, CBb),
kännetecknad av,
att en centralenhet är anordnad att detektera en instabilitet
i elkraftssystemet (1) och därvid fastställa aktuell
20 överlast/effektunderskott så att spänningen (U) i
samlingskenan (3), efter belastningsfrånkopplingen eller
effekttillskott, återgår till en förutbestämd nivå.

17. Anordning enligt patentkrav 16,
25 **kännetecknad av,**
att centralenheten är anordnad att beräkna aktuell
överlast/effektunderskott utifrån en kretsberäkning baserad
på i noden uppmätt aktuell spänning, önskad spänning efter
belastningsfrånkopplingen och nodens källimpedans, betraktad
30 från noden mot den matande ekvivalenta källan (G).

9631SE - 031231/UR

19

18. Ett dataprogram innehållande dataläsbara koder för utförande av metodstegen i något eller några av patentkraven 1-15.

- 5 19. Ett dataläsbart medium innehållande åtminstone delar av ett program enligt patentkrav 18.

20. Ett dataprogram enligt patentkrav 16 som åtminstone delvis överförs via ett nätverk, såsom t.ex. via internet.

10

1
2
3
4
5
6
7
8
9
0

9631SE - 031231/UR

20

Sammandrag

Uppfinningen avser en metod för skyddande av ett
5 elkraftssystem som befinner sig i ett instabilt tillstånd och
som är på väg mot en spänningskollaps, och dimensionering av
de åtgärder som behöver vidtagas så att elkraftsystemet
uppnår spänningsåterhämtning och återgår till ett stabilt
tillstånd, innefattande minst två belastningsområden eller
10 noder, där den önskade spänningsnivå eller det önskade
spänningsintervall som elkraftsystemet/noderna skall hålla är
förutbestämd, och där mätning av aktuell spänning i minst en
av elkraftsystemets noder sker regelbundet, och där en
spänningsinstabilitet i minst en nod detekterats.

15

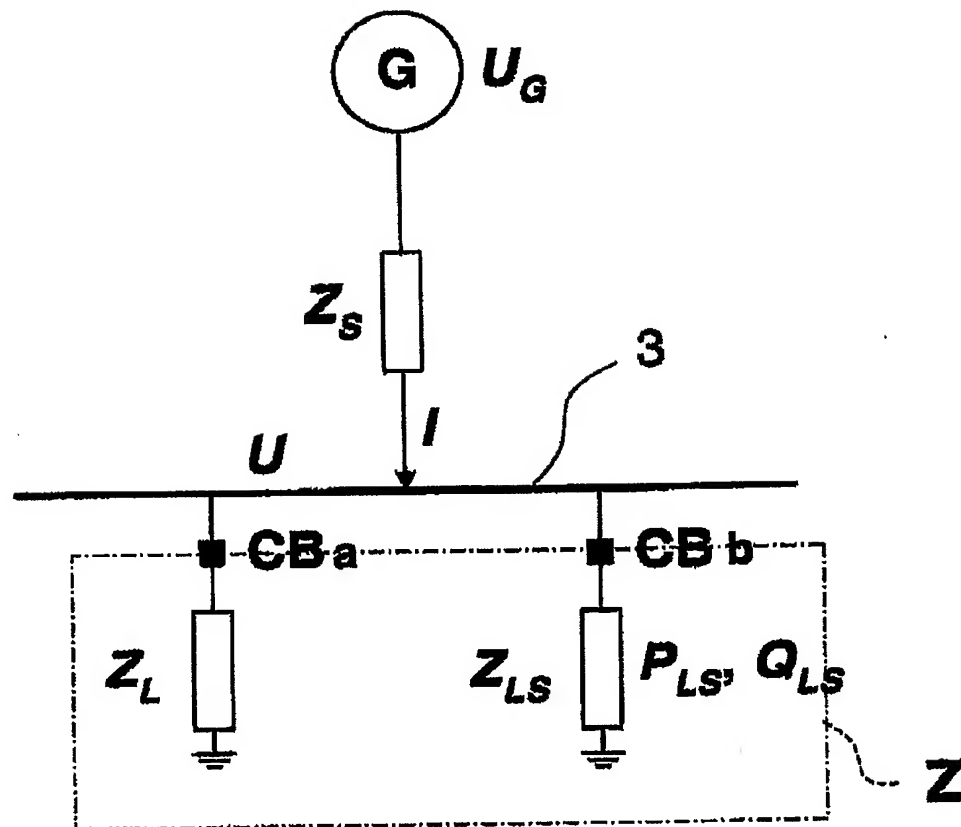
Uppfinningen åstadkommes genom,

- bestämning av hur stor del av den till noden inkopplade belastningen som motsvarar överlast/effektunderskott,
- bestämning av lämpliga åtgärder,
- 20 - dimensionering av åtgärdernas omfattning,
- genomförande av valda åtgärder så att noden och elkraftsystemet uppnår spänningsåterhämtning och återgår till ett stabilt tillstånd, dvs att spänningen efter det att åtgärderna vidtagits, återgår till förutbestämda nivåer.

25

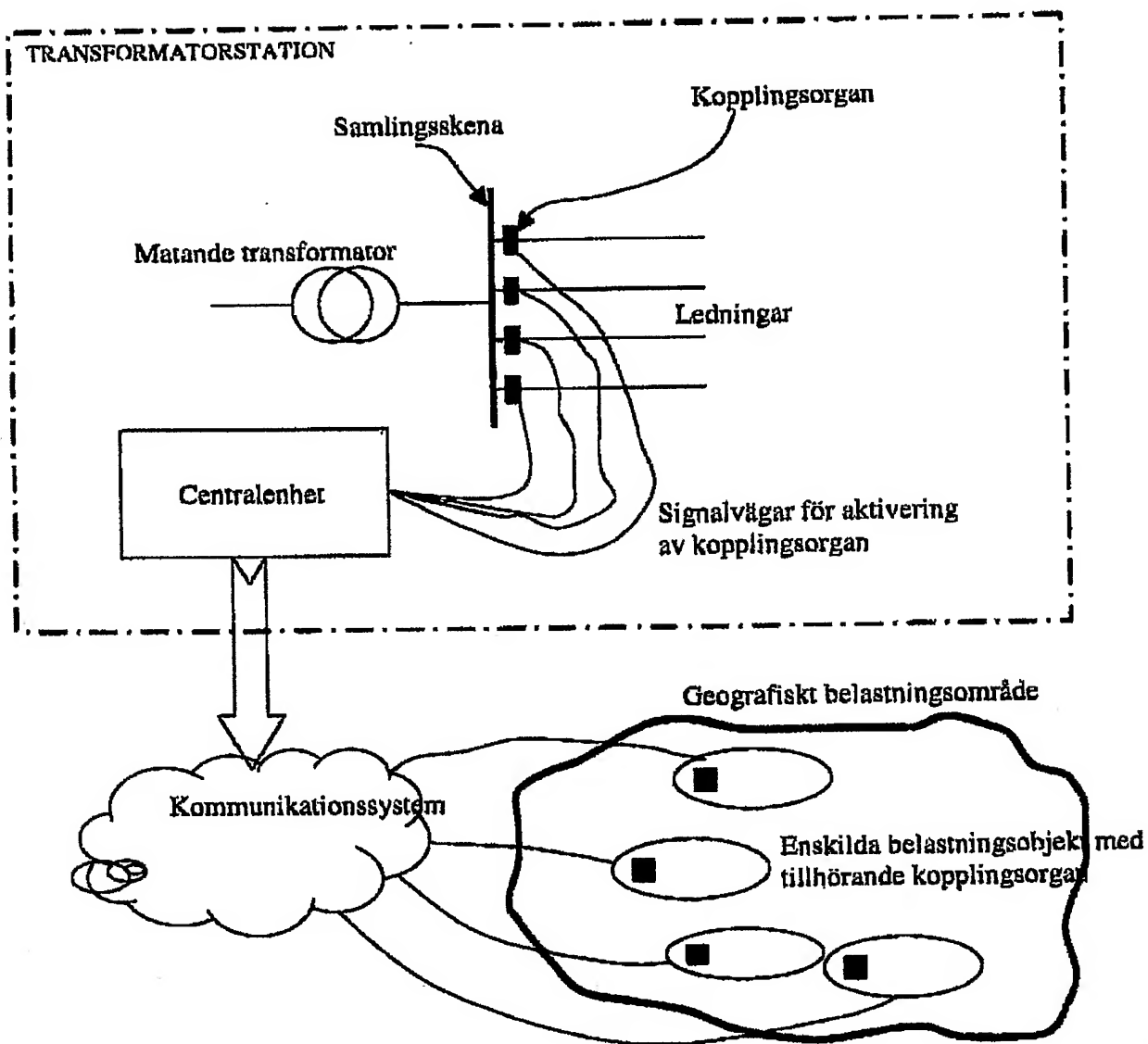
(Figur 3)

1/4



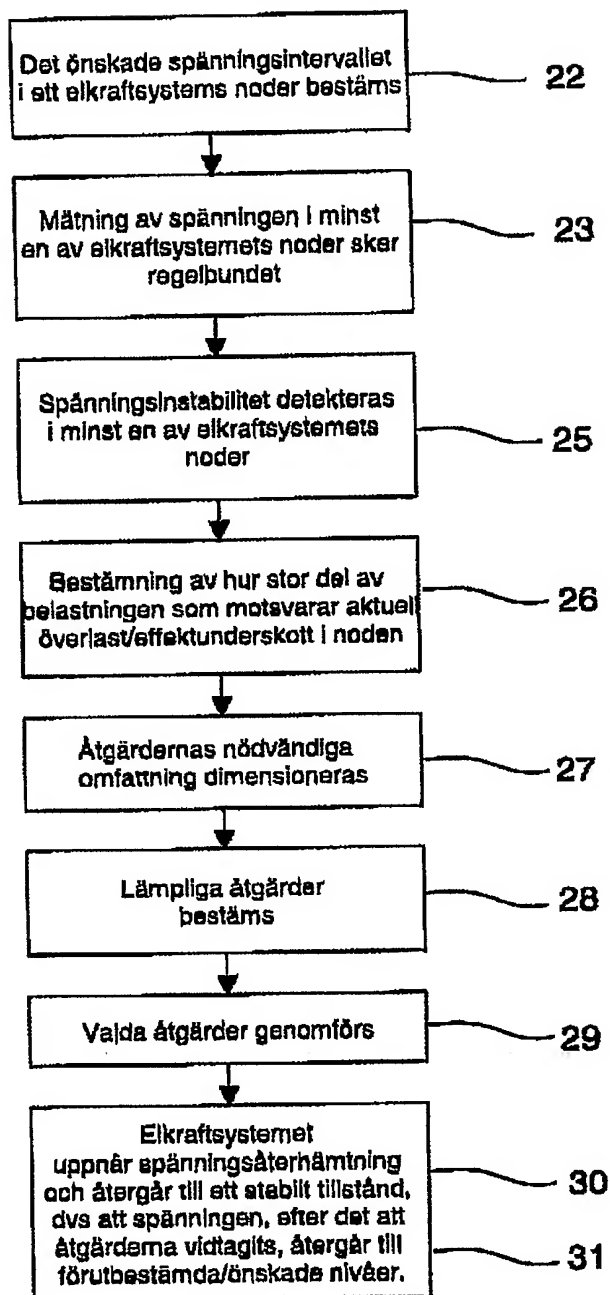
Figur 1

2/4



Figur 2

3/4



Figur 3

4/4

Kopplingsorgan	Prioritet	Aktiv Effekt [MW]	Reaktiv effekt [Mvar]
Br_Nisse	1	Pxx.x	Qxx.x
Br_Sixten	1	Pyy.y	Qyy.y
Br_Elsa	2	Pzz.z	Qzz.z
Br_Johanna	2	Pww.w	Qww.w
.....
.....
Br_Patrik	17	Puu.u	Quu.u
Br_Isabella	17	Pvv.v	Qvv.v

Figur 4

Kopplingsorgan	Prioritet	Aktiv Effekt [MW]	Reaktiv effekt [Mvar]
Br_Nisse	1	3	1
Br_Sixten	1	2	0.6
Br_Elsa	2	8	2.6
Br_Johanna	2	1	0.3
Br_Patrik	2	2	0.6
Br_Isabella	2	4	1.3
Summa:		20	8.9

Figur 5